

С. А. Булдаков, К. В. Бажев, А. А. Куikliна

Уральский федеральный университет имени первого президента России Б. Н. Ельцина,
г. Екатеринбург

*sov23@mail.ru

Научный руководитель – канд. техн. наук О. В. Селиванова*

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КОМПЛЕКСА СВОЙСТВ ГОРЯЧЕКАТАНЫХ ТРУБ

В работе изучены микроструктура и физико-механические свойства конструкционной стали 37ХГФ. Методами оптической микроскопии исследована микроструктура стали после различных режимов термической обработки. Проведена оценка микротвердости отдельных структурных составляющих исследуемой стали.

Ключевые слова: сталь, группа прочности, микротвердость, механические свойства.

S. A. Buldakov, K. V. Bazhev, A. A. Kuklina

HEAT TREATMENT FOR ENHANCEMENT OF MECHANICAL AND SERVICE PROPERTIES OF HOT ROLLED PIPES

In this work the microstructure and physical-mechanical properties of steel 37HGF was studied. The microstructure of this steel after different regimes of heat treatment was investigated by means of optical microscopy. Microhardness of individual structural components of the studied steel was estimated.

Keywords: steel, strength group, microhardness, mechanical properties.

Целью данной работы явилось изучение влияния режимов термической обработки стали 37ХГФ на формирование микроструктуры и комплекса механических свойств, обеспечивающих различные группы прочности [1–2].

В результате дилатометрических исследований были найдены критические точки A_{c1} и A_{c3} , они составили 750 и 800 °С соответственно. Таким образом, величина межкритического интервала для стали 37ХГФ составила 50 °С.

В исследуемой стали с исходной феррито-перлитной структурой нагрев в интервал температур 760–820 °С с последующим охлаждением в воде приводит к увеличению значений твердости от 26 до 38–50 HRC. Охлаждение на воздухе от данных температур не способствует заметному

увеличению твердости: она возрастает с 26 до 28...33 HRC. Твердость стали в исходном горячекатаном состоянии составила 17 ± 1 HRC.

Нагрев стали 37ХГФ с исходной мартенситной структурой до температуры в 760 °С с последующим охлаждением в воде приводит к уменьшению исходного значения твердости с 50 до 36 HRC. Охлаждение в воде от 800 и 820 °С не приводит к повышению уровня твердости: он составляет 49 HRC. Охлаждение на воздухе от температур 760...820 °С способствует заметному снижению твердости с 50 до 28...29 HRC.

Термическая обработка от 720 и 740 °С с последующим охлаждением в воде и на воздухе не дает разницы в значениях твердости: в случае исходной феррито-перлитной структуры значения твердости составляют 27 HRC, а исходной мартенситной – 30 HRC.

Значения микротвердости структурных составляющих стали 37ХГФ составили: 174 ± 4 , 226 ± 14 , 360 ± 11 , 419 ± 32 , 594 ± 27 HV для феррита, перлита, бейнита, сорбита отпуска и мартенсита соответственно [3]. Максимальным вкладом упругой составляющей в общую работу при микроиндентировании обладает мартенсит (20,7 %). Минимальным – феррит и перлит (порядка 9 %). Для бейнита и сорбита отпуска были получены значения порядка 16...18 % (рис. 1).

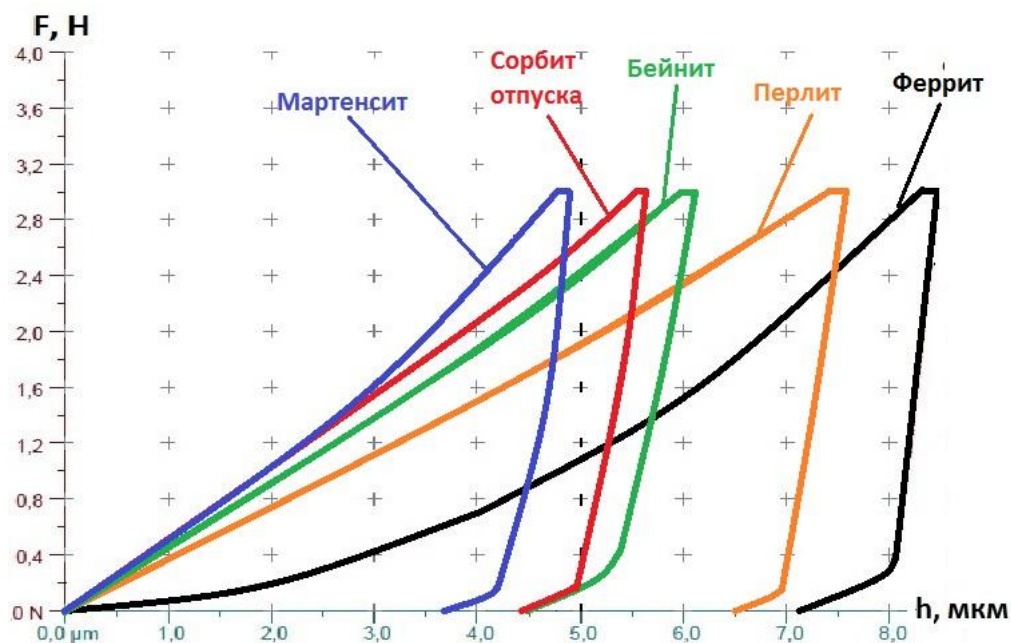
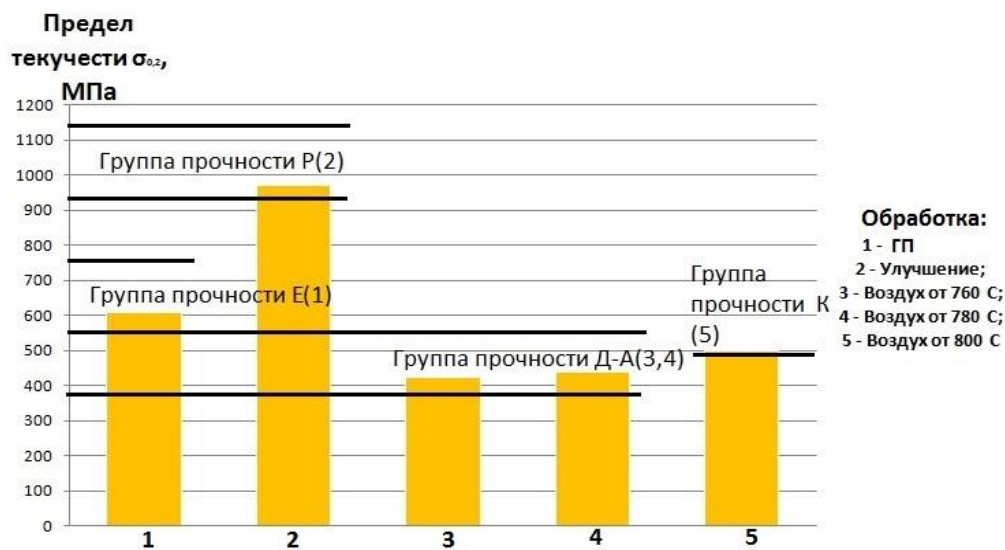
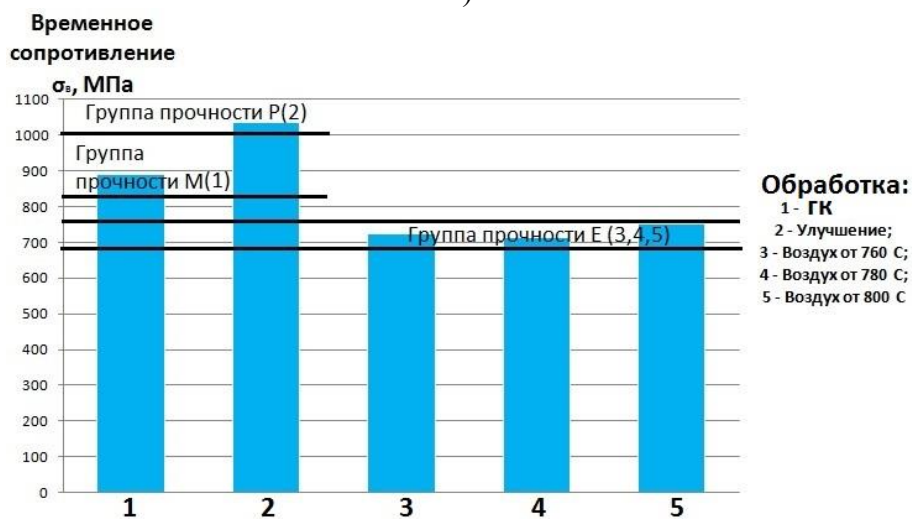


Рис. 1. Графики зависимости глубины вдавливания h от нагрузки F для различных структурных составляющих

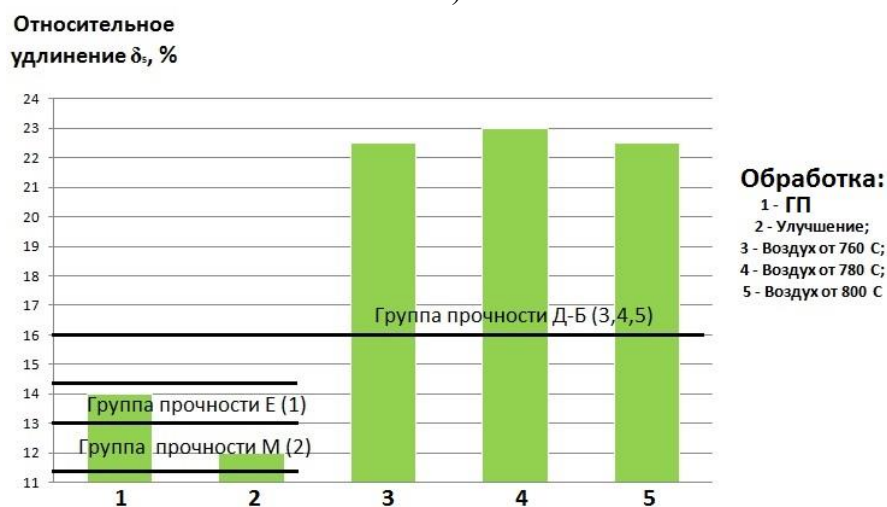
Исходное горячекатаное состояние исследуемой стали обеспечивает группу прочности Е (рис. 2) как по показателям прочности, так и по показателям пластичности ($\sigma_{0,2}$ для данной группы прочности должен превышать 552 МПа, временное сопротивление σ_b должно быть выше 689 МПа, а относительное удлинение δ – не менее 13 %).



а)



б)



в)

Рис. 2. Механические свойства стали 37ХГФ и соответствующие им группы прочности

Улучшение приводит к повышению уровня прочности по сравнению с исходным горячекатаным состоянием. Так, предел текучести $\sigma_{0,2}$ возрастает от 610 до 970 МПа, а показатель временного сопротивления σ_b – с 890 до 1035 МПа. Наблюдается снижение пластических характеристик. Например, равномерное удлинение δ_r понижается от 7,9 до 4,6 %, общее δ – от 14 до 12 %. Охлаждение на воздухе от температур 760...800 °С приводит к понижению прочностных характеристик ($\sigma_{0,2}$ снижается на 110...185 МПа, σ_b – на 140...175 МПа) и повышению пластических характеристик. Так, δ_r , δ , ψ повышается на 2...4, 8...9, 21...27 % соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трубы для нефтяной промышленности / В.А. Ткаченко [и др.] // М. : Металлургия, 1986.
2. Фриляндер И. Н. Алюминиевые сплавы. Деформируемые сплавы. М. : Машиностроение, 1964. С. 224.
3. ГОСТ 632(633) – 80: Трубы насосно-компрессорные и требования к ним. М. : Издательство стандартов, 1997. С. 9–10.
4. Матюнин В. М. Оперативная диагностика механических свойств конструкционных материалов: пособие для научных и инженерно-технических работников. М. : Издательский дом МЭИ, 2006. 216 с.